

Welding process - by heating parts to be joined at welding seam and forging together with force using preset welding process parameters

Patent number: DE4135882

Publication date: 1993-05-06

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: B23K20/12; B23K31/00;
B23K31/12

- european: B23K9/08; B23K11/02;
B23K20/02F; B23K20/12C;
B23K31/02

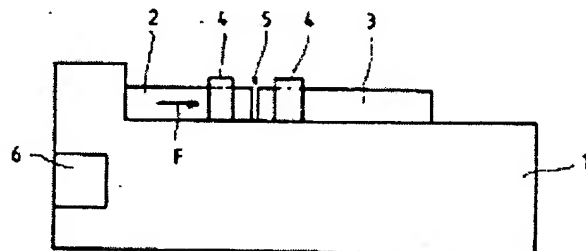
Application number: DE19914135882 19911031

Priority number(s): DE19914135882 19911031

Report a data error here

Abstract of DE4135882

Welding process and equipment, where the parts to be joined are heated by electric, mechanical or other energy at the welding seam and subsequently forged together with forging force (F) and where the welding process parameters are set so that the ratio of heating energy (E_w) to forging force (F) is constant and equals the product of a process-specific constant (A) and the upset shortening (d). The product of constant (A) and upset shortening (d) gives a process-specific quality factor (K) constant for a given process. The process parameters for



heating energy (E_w) and forging force (F) for a required upset shortening (d) are computed and set up by means of quality factor (K). For welding with magnetically moved electric arc, the quality factor (H) is related to the ratio of applied electrical energy (EE) to forging force (F). For supervision of a welding process, the process parameters and upset shortening (d) are entered, the actual value for constant (A) is computed and compared with a reference value of (A) which represents the optimum process parameters for the required upset shortening (d). Process equipment is also claimed. USE/ADVANTAGE - Provides an improved means of determining, setting and monitoring welding process parameters, without or with only very few test welds.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 41 35 882 A 1

51 Int. Cl.⁵:
B 23 K 31/00
B 23 K 31/12
B 23 K 20/12

21 Aktenzeichen: P 41 35 882.1
22 Anmeldetag: 31. 10. 91
43 Offenlegungstag: 6. 5. 93

DE 41 35 882 A 1

71 Anmelder:

Kuka Schweißanlagen + Roboter GmbH, 8900
Augsburg, DE

74 Vertreter:

Ernicke, H., Dipl.-Ing.; Ernicke, K., Dipl.-Ing.(Univ.),
Pat.-Anwälte, 8900 Augsburg

72 Erfinder:

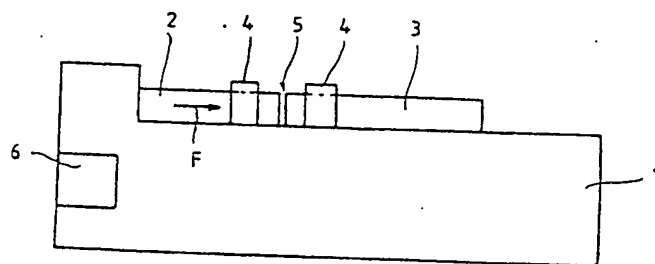
Mazac, Karel, Dipl.-Ing., 8900 Augsburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 38 15 003 C2
DE 36 38 270 C2
DE 34 13 023 C2
DE 34 01 078 C1
DE 29 49 982 A1
DD 2 19 702 A1
EP 04 45 035 A1
ZIS-Mitt. 1985, 10, 1044 ff;
ZIS-Mitt. 1986, 10, 1118 ff;

54 Vorrichtung zum Schweißen von Bauteilen

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schweißen von Bauteilen (2, 3), wobei die zu verbindenden Bauteile (2, 3) an der Schweißstelle durch elektrische, mechanische oder andere Energie erwärmt und anschließend mit einer Stauchkraft (F) unter Eintritt einer Verkürzung (d) zusammengefügt werden. Hierbei werden die Parameter des Schweißprozesses so eingestellt, daß das Verhältnis der wärmeerzeugenden Energie (E_w) zur Stauchkraft (F) gleich dem Produkt einer prozeßspezifischen Konstante (A) mit der Verkürzung (d) ist. Dieses Produkt ist konstant und bildet einen verfahrensspezifischen Gütefaktor (K). Dieser ist für unterschiedliche Schweißprozesse innerhalb eines Schweißverfahrens repräsentativ und gestattet eine Bewertung der Schweißqualität. Unter Heranziehung des Gütefaktors (K) können über eine geeignete Steuerung (6) die Prozeßparameter korrekt eingestellt oder auf ihre korrekte Einstellung hin überprüft werden.



DE 41 35 882 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schweißen von Bauteilen mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

In der Praxis sind verschiedene Schweißverfahren bekannt, bei denen die zu verbindenden Bauteile an der Schweißstelle durch elektrische, mechanische oder andere Energie erwärmt und anschließend mit einer Stauchkraft (F) unter Eintritt einer Verkürzung (d) zusammengefügt werden. Derartige Schweißverfahren sind Reibschweißen, Widerstandsschweißen, Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen und dergleichen. Bei all diesen Schweißverfahren ist es bislang nicht möglich, auf schnelle und zuverlässige Weise die für eine korrekte Schweißung erforderliche Prozeßparameter zu ermitteln. Es sind vielmehr zahlreiche Versuche in Verbindung mit einer anschließenden zerstörenden Werkstückprüfung erforderlich. Einmal gefundene Parameter lassen sich auch nicht von einem auf den anderen Prozeß übertragen. Die Versuchsreihen müssen jedesmal von neuem durchgeführt werden. Bislang ist es auch nicht möglich, eine Qualitätsüberwachung von Schweißprozessen ohne aufwendige Werkstoff- und Werkstückprüfung durchzuführen. Insbesondere ist eine Qualitätskontrolle bei Serienschweißungen schwierig.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zur schnelleren und verlässlicheren Ermittlung, Einstellung und Überwachung von Prozeßparametern aufzuzeigen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Verfahrens-, Vorrichtungs- und Verwendungsanspruch.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß die für eine korrekte Schweißung erforderlichen Prozeßparameter schnell und ohne oder mit nur wenigen Versuchen ermittelt und eingestellt werden können. Außerdem läßt sich durch eine entsprechende Kontrolle der bei dem Schweißprozeß ermittelten Parameter eine bessere Prüfung und Überwachung der Schweißqualität durchführen.

Wenn die Prozeßparameter nach der erfindungsgemäßen Lehre eingestellt sind, kann man von einem ordnungsgemäßen Schweißprozeß ausgehen. Ist das Schweißergebnis trotzdem nicht zufriedenstellend, indem beispielsweise die Verkürzung (d) zu groß oder zu klein ist, liegt die Ursache mit größter Wahrscheinlichkeit nicht bei den Prozeßparametern, sondern bei anderen Randbedingungen. Mögliche Ursachen können eine unzureichende Spanntechnik, eine fehlerhafte Bauteilvorbereitung, falsche Wandstärken und dergleichen andere außerhalb des eigentlichen Schweißvorgangs liegende Gründe sein. Die Fehlerbehebung und Optimierung des Bearbeitungsvorganges ist dann wesentlich vereinfacht. Die Zahl der Einflußmöglichkeiten ist verringert und auf wenige überschaubare Einflußgrößen reduziert. Bislang mußte man auch noch die Prozeßparameter als mögliche Ursachen in Betracht ziehen und hatte ein entsprechend aufwendiges Optimierungsverfahren.

Aus dem Produkt der prozeßspezifischen Konstante (A) mit der Verkürzung (d) ergibt sich ein verfahrensspezifischer Gütefaktor (K), der überraschenderweise konstant ist. Innerhalb eines Schweißverfahrens, beispielsweise des Schweißens mit magnetisch bewegtem Lichtbogen, gilt dieser Gütefaktor (K) für alle Schweißaufgaben oder Schweißprozesse. Hierdurch lassen sich

in der Voreinstellung und im nachhinein in Form einer Qualitätsprüfung die anzuwendenden oder eingestellten Prozeßparameter auf ihre Tauglichkeit für eine ordnungsgemäße Schweißung überprüfen. Ergibt das aus den gewählten oder eingestellten Prozeßparametern errechnete Verhältnis der wärmeerzeugenden Energie (E_w) zur Stauchkraft (F) einen (K)-Wert außerhalb der gegebenen Grenzen, stimmen die Prozeßparameter nicht und das Schweißergebnis ist aller Voraussicht nach ungenügend. Liegt der errechnete K-Wert jedoch innerhalb der Grenzen für den Gütefaktor (K), kann im wesentlichen von einem ordnungsgemäßen Schweißprozeß ausgegangen werden. Innerhalb der Grenzen läßt sich zwar noch eine gewisse Optimierung betreiben, im großen und ganzen stimmen aber die Parameter.

Für jedes Schweißverfahren gelten eigene Werte und Grenzen für den Gütefaktor (K). In der bevorzugten Ausführungsform für das Schweißen mit einem magnetisch bewegten Lichtbogen liegt der Gütefaktor (K) zwischen 0,85 und 1,5. Bei bestimmten hochvergüteten Stählen oder hoch kohlestoffhaltigen Materialien, wie Gußeisen, empfiehlt sich ein Wertebereich zwischen 0,85 und 1,0. Die besten Ergebnisse ergeben sich in unmittelbarer Nähe eines Wertes von 1,0. Die Werte beziehen sich auf die Vorgabe, daß für die wärmeerzeugende Energie (E_w) bei diesem Schweißverfahren von der aufgewendeten elektrischen Energie (E_e) ausgegangen wird.

Anhand des für jedes Schweißverfahren gegebenen Gütefaktors (K) können die Prozeßparameter nicht nur nachträglich überprüft, sondern auch von vornherein korrekt ermittelt und eingestellt werden. Hierzu ist eine entsprechend geeignete Steuerung vorgesehen, die die einzelnen Prozeßparameter unter Berücksichtigung des Gütefaktors (K) aus gespeicherten Tabellen oder Diagrammen ermittelt oder aus einer Formel errechnet und an der Schweißvorrichtung einstellt. Damit lassen sich auch für neue und nichterprobte Schweißaufgaben beziehungsweise Schweißprozesse von vornherein ohne lange Versuche korrekte Prozeßparameter ermitteln und einstellen. Nachdem die Prozeßparameter aus technischen Gründen gewissen Schwankungen unterliegen, können zwar noch Feinarbeiten und Abstimmungskorrekturen erforderlich sein. Diese halten sich aber in einem sehr kleinen und überschaubaren Rahmen und erfordern nur einen verhältnismäßig geringen Aufwand.

Über die prozeßspezifische Konstante (A) läßt sich eine zusätzliche Qualitätsüberwachung im laufenden Prozeß einer Serien-Schweißung von Bauteilen durchführen. Die Konstante (A) ist von der Verkürzung (d) abhängig und kann sich somit vom einen zum anderen Schweißprozeß ändern. Der korrekte Wert für die Konstante (A) läßt sich jedoch aus dem Gütefaktor (K) in Verbindung mit der gewünschten Verkürzung (d) errechnen. Er bedarf, wenn überhaupt, nur noch einer geringfügigen Optimierung. Die Prozeßparameter unterliegen aus technischen Gründen bestimmten Schwankungen und können durchaus Toleranzen von bis zu $\pm 15\%$ haben. Bei einem ungünstigen Zusammentreffen der Toleranzen kann das Schweißergebnis trotz Einhalten der Toleranzgrenzen der einzelnen Prozeßparameter unzureichend sein. Durch die Errechnung und Überwachung des Ist-Wertes für (A) und einen Vergleich mit dem Soll-Wert von (A) läßt sich die Schweißqualität im Prozeß zuverlässig überwachen, ohne daß die Toleranzgrenzen für die Schweißparameter verringert werden müssen, was ohnehin aus technischen Gründen häufig nicht möglich ist. Für den Soll-Wert von (A) gelten dem

Qualitätsrahmen entsprechend relativ enge Toleranzgrenzen, von beispielsweise $\pm 5\%$. Aufgrund dieser verbesserten Parameterüberwachung erhöht sich auch in entsprechendem Maß die Qualität. Hierdurch läßt sich innerhalb einer Serienfertigung die Beweisführung bei der Qualitätsüberwachung vereinfachen.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung beschrieben. Fig. 1 zeigt eine Schweißmaschine in schematischer Darstellung.

Die gezeigte Schweißmaschine (1) ist eine Vorrichtung zum Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen. Alternativ kann es sich auch um eine Reibschweißmaschine, eine Widerstandsschweißmaschine oder eine sonstige Vorrichtung handeln, bei der die beiden zu verbindenden Bauteile (2, 3) an der Schweißstelle durch elektrische, mechanische oder eine andere Energie erwärmt und anschließend mit einer Stauchkraft (F) unter Eintritt einer Verkürzung (d) zusammengefügt werden. Die Bauteile (2, 3) bestehen vornehmlich aus Metall, wobei die Materialien auch unterschiedlich sein können, z. B. eine Stahl/Guß-Paarung.

Bei der gezeigten Schweißmaschine (1) sind die beiden Bauteile (2, 3) in geeigneten Spannvorrichtungen (4) gehalten und werden in bekannter Weise zur Erzeugung eines Lichtbogens unter Strom gesetzt. Durch nicht dargestellte Spulen wird im Bereich des Spaltes (5) ein Magnetfeld erzeugt, das den zwischen den beiden Bauteilen (2, 3) gezündeten Lichtbogen rotieren läßt. Der Lichtbogen erwärmt und plastifiziert die spaltnahen Ränder der Bauteile (2, 3). Die Schweißmaschine (1) verfügt über eine Integralsteuerung für den Strom (I) und die Zeit (t) und kann mit einem Stromprogramm getrieben werden. Die Integralsteuerung und das Stromprogramm sind beispielsweise aus der DE-OS 22 20 819 und der DE-OS 28 39 544 bekannt.

Sobald die Bauteilränder ausreichend erwärmt und plastifiziert sind, werden die beiden Bauteile (2, 3) unter Schließen des Spaltes (5) aufeinander zu bewegt und mit einer Stauchkraft (F) zusammengedrückt. Hierbei tritt eine Verkürzung (d) der Gesamtlänge beider Bauteile (2, 3) ein. Vorzugsweise werden beim Stauchvorgang nur das eine Bauteil bewegt, während das andere festgehalten wird.

Als Prozeßparameter sind für das Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen vor allem die Werte für den Strom (I), die Zeit (t), die Stauchkraft (F), die Spannung (U), die Breite des Spaltes (5) und die Verkürzung (d) maßgeblich. Die Spaltbreite und die Spannung (U) liegen maschinen- und verfahrensbedingt im wesentlichen fest und lassen sich nur in engen Grenzen variieren. Für eine Einstellung stehen also vorrangig die Prozeßparameter Strom (I), Zeit (t) und Stauchkraft (F) zur Verfügung. Die Verkürzung (d) kann in vielen Fällen selbst nicht direkt eingestellt werden, sondern ergibt sich aus dem Schweißprozeß. Sie hängt von unterschiedlichen Faktoren, wie Erwärmung, Gefüge der metallischen Bauteile, Wandstärken, Stauchkraft etc. ab. Es gibt allerdings auch die Variante, den Stauchweg und damit auch die Verkürzung (d) durch einen Anschlag zu begrenzen und auf einen bestimmten Wert festzulegen. Hierbei unterliegt allerdings dann die Stauchkraft (F) Schwankungen im Betrieb, was u. a. zu Gefügeänderungen im Bereich der Schweißnaht führen kann.

An der Schweißmaschine (1) werden für das beschriebene Schweißverfahren wie Prozeßparameter Strom (I), Zeit (t) und Stauchkraft (F) eingestellt, wobei sich die

Verkürzung (d) aus dem Schweißprozeß ergibt. Von der Konstruktionsseite her gibt es Vorgaben über die Größe und die zulässigen Toleranzen, innerhalb der die sich einstellende Verkürzung (d) liegen muß, damit die geschweißten Bauteile (2, 3) brauchbar sind.

Die Prozeßparameter (I), (t) und (F) können in bekannter Weise unter Heranziehung von empirisch ermittelten Tabellen getrennt eingestellt werden. In der gezeigten Ausführungsform hat die Schweißmaschine (1) eine besondere Steuerung (6), die diese Einstellung übernimmt. Die Steuerung (6) ist als speicherprogrammierbare Steuerung ausgebildet. Sie besitzt eine vorzugsweise mit einem Mikroprozessor ausgebildete Recheneinheit mit mindestens einem schreib- und lesbaren Datenspeicher. In der Steuerung (6) können die Tabellen für (I), (t) und (F) abgelegt und gespeichert sein. Es werden dann die passenden Prozeßparameter ausgewählt und eingestellt. Die Steuerung (6) kann alternativ aber auch die Prozeßparameter anhand vorgegebener Rechenvorschriften berechnen und einstellen.

Maschinen- und verfahrensbedingt lassen sich die Prozeßparameter als Vorgabewerte zwar exakt einstellen. Nachdem sie aber von vielerlei Umgebungsbedingungen abhängen, können sie als Ist-Werte im Schweißprozeß deutlich schwanken, wobei Toleranzbreiten von $\pm 15\%$ nicht selten sind. Für andere Schweißverfahren und Schweißmaschinen der eingangs genannten Art ergeben sich ähnliche Bedingungen.

Die Güte des Schweißergebnisses hängt von der Wahl der Prozeßparameter, ihrer Schwankungsbreite und von äußeren Faktoren, wie Spanntechnik, exakte Formgebung und Bauteilvorbereitung, Wandstärken etc. ab. Entsprechend viele Faktoren lassen sich zu einer Optimierung des Schweißprozesses verändern, was die Suche nach den optimalen Werten schwierig und aufwendig macht.

Um wenigstens für den Schweißprozeß an sich verläßliche Kriterien zu haben, wird mit der Erfindung eine bestimmte Einstellung der Prozeßparameter unter Beachtung bestimmter gegenseitiger Abhängigkeiten vorgeschlagen. Die Prozeßparameter werden danach so eingestellt, daß das Verhältnis der wärmeerzeugenden Energie (E_w) zur Stauchkraft (F) gleich dem Produkt einer prozeßspezifischen Konstante (A) mit der zu erzielenden Verkürzung (d) ist.

$$(E_w) / (F) = (A) \times (d)$$

Die prozeßspezifische Konstante (A) ist in der Regel nur für einen Schweißprozeß bzw. eine sogenannte Schweißaufgabe gültig. Sie hängt außerdem als Soll- und Ist-Wert von der vorgegebenen bzw. sich einstellenden Verkürzung (d) ab.

Das Produkt aus der prozeßspezifischen Konstante (A) und der Verkürzung (d) ergibt jedoch eine Konstante, die als Gütefaktor (K) bezeichnet wird.

$$(A) \times (d) = (K)$$

Der Gütefaktor (K) ist nicht mehr auf den einzelnen Schweißprozeß bezogen, sondern verfahrensspezifisch. Der Gütefaktor (K) gilt als Soll-Wert daher für alle Schweißprozesse, bei denen mit einem umlaufenden Lichtbogen geschweißt wird. Er ist insoweit unabhängig von der aufgabengerechten Verkürzung (d). Für andere Schweißverfahren der genannten Art gibt es ebenfalls verfahrensspezifische Gütefaktoren (K), die wiederum für jeden Schweißprozeß innerhalb des Verfahrens Gültigkeit haben.

tigkeit haben.

Die Prozeßparameter sind danach so einzustellen, daß sich das hieraus ergebende Verhältnis der wärmeerzeugenden Energie (E_w) zur Stauchkraft (F) gleich dem vorgegebenen Gütefaktor (K) ist.

$$(E_w)/(F) = (K)$$

Für das beschriebene Schweißverfahren mit magnetisch bewegtem Lichtbogen wird als wärmeerzeugende Energie (E_w) die aufgewendete elektrische Energie (E_e) herangezogen, die sich als Produkt aus Spannung (U), Strom (I) und Zeit (t) darstellt, $(U) \times (I) \times (t)$.

$$(E_e)/(F) = (K) \times (U) \times (I) \times (t)/(F) = (K)$$

Nachdem die Spannung (U) für die jeweilige Aufgabe im wesentlichen feststeht, läßt sich im Rahmen der Integralsteuerung vor allem das Produkt bzw. Integral über

$$(I) \times (t)$$

verändern und einstellen. Hieraus ergibt sich im weiteren, daß das Verhältnis des Produktes zur Stauchkraft (F)

$$(I) \times (t)/(F)$$

konstant ist. Ist die korrekte Einstellung einmal gefunden, muß bei einer Veränderung des Stroms oder der Zeit die Stauchkraft entsprechend korrigiert werden und umgekehrt.

Für das Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen gelten unter den vorgenannten Bedingungen und für die gewünschte hohe Schweißqualität Zahlenwerte für den Gütefaktor (K) zwischen 0,85 und 1,5. Bevorzugt wird der Bereich zwischen 0,85 und 1,0. Es empfiehlt sich insbesondere ein Wert von (K) im Bereich nahe 1,0.

Man kann nun anhand des Gütefaktors (K) von Hand oder auf andere Weise eingestellte Prozeßparameter auf ihre Tauglichkeit für eine ordnungsgemäße Schweißung überprüfen. Aus den Parameterwerten werden in der angegebenen Weise die elektrische Energie (E_e) und das Verhältnis zur Stauchkraft (F) berechnet. Der sich hieraus ergebende Wert wird mit dem Gütefaktor (K) verglichen. Liegt er innerhalb der angegebenen Grenzen, kann von einem ordnungsgemäßen Schweißprozeß ausgegangen werden. Liegt er außerhalb der Grenzen, sollten die Prozeßparameter, insbesondere (I), (t) und (F) entsprechend korrigiert werden.

Innerhalb der gegebenen Grenzen des Gütefaktors (K) können die Prozeßparameter zur Feinoptimierung gleichfalls verändert werden. Damit können beispielsweise je nach Prozeß Bedingungen und Aufgabenstellung der Lichtbogenlauf optimiert, die Spritzerneigung verringert oder die Gefügebildung an der Schweißstelle beeinflußt werden.

Anhand des bekannten Gütefaktors (K) läßt sich anstelle einer nachträglichen Einstellungs- und Qualitätskontrolle auch von vornherein eine korrekte Parametereinstellung realisieren. Hierzu werden in der Steuerung (6) aufgrund der einzugebenden Bauteilvorgaben und der gewünschten Verkürzung (d) die passenden Prozeßparameter, im wesentlichen Strom (I), Zeit (t) und Stauchkraft (F), errechnet oder ausgewählt und an der Schweißmaschine (1) eingestellt.

Über die prozeßspezifische Konstante (A) läßt sich im weiteren die Qualität eines laufenden Serien-Schweiß-

prozesses überprüfen und überwachen.

Die prozeßspezifische Konstante (A) wird als Sollwert aus dem Gütefaktor (K) durch Division mit der gewünschten Verkürzung (d) errechnet. Alternativ kann der Soll-Wert von (A) auch bei einer einmal gefundenen optimalen Parametereinstellung aus dem Verhältnis der auf gewendeten elektrischen Energie (E_e) zum Produkt von Stauchkraft (F) und Verkürzung (d) errechnet werden. Als Soll-Wert repräsentiert die prozeßspezifische Konstante (A) die optimalen Prozeßparameter.

Die eingestellten Prozeßparameter können in der eingangs erwähnten Weise schwanken. Bei ungünstiger Ergänzung ihrer Toleranzen könnten sich Schwankungen des Ist-Wertes von (A) von $\pm 20\%$ und mehr ergeben. Es ist trotz korrekt eingestellter Prozeßparameter damit möglich, daß eine Schweißung doch nicht den Anforderungen genügt. Insbesondere wird sich dies meist in einer aus der zulässigen Toleranz fallenden Verkürzung (d) äußern.

Je nach Qualitätsanforderungen empfiehlt es sich, die zulässigen Toleranzen des Ist-Wertes von (A) zu begrenzen, beispielsweise auf $\pm 5\%$. Im Schweißbetrieb werden von der Steuerung (6) durch geeignete Sensoren oder sonstige Meßmittel die im Schweißprozeß sich ergebenden Ist-Werte der Prozeßparameter aufgenommen. Hieraus werden dann die wärmeerzeugende Energie (E_w) beziehungsweise die aufgewendete elektrische Energie (E_e) berechnet und in das angegebene Verhältnis zum Produkt aus Stauchkraft (F) und tatsächlich eintretender Verkürzung (d) gesetzt. Letztendlich wird hieraus der Ist-Wert von (A) errechnet und mit dem Soll-Wert der prozeßspezifischen Konstante (A) verglichen. Liegt der Ist-Wert innerhalb der Toleranzgrenzen, wird das geschweißte Bauteil freigegeben, ansonsten erfolgt die Ausgabe einer geeigneten Warnung. Das fehlerhaft geschweißte Bauteil kann dann als Ausschuß ausgesondert oder in sonstiger Weise weiterverarbeitet werden.

40 Stückliste

- 1 Schweißmaschine
- 2 Bauteil
- 3 Bauteil
- 4 Spannvorrichtung
- 5 Spalt
- 6 Steuerung

Patentansprüche

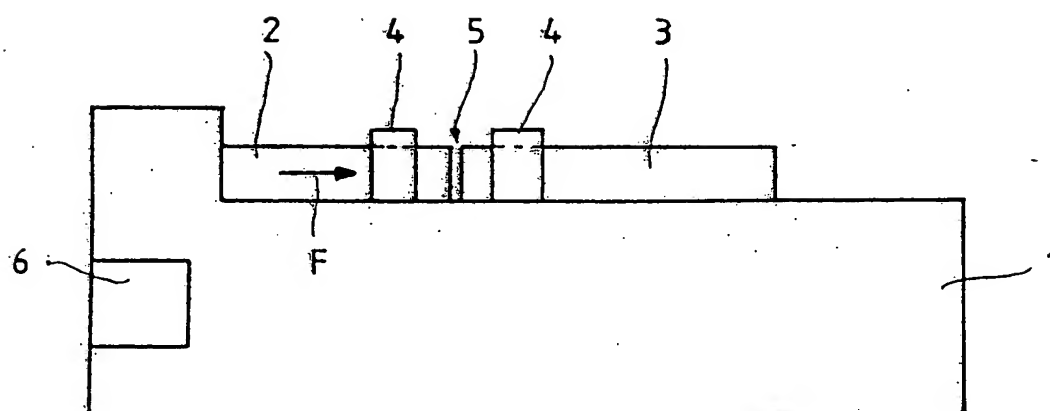
1. Verfahren zum Schweißen von Bauteilen, wobei die zu verbindenden Bauteile an der Schweißstelle durch elektrische, mechanische oder andere Energie erwärmt und anschließend mit einer Stauchkraft (F) unter Eintritt einer Verkürzung (d) zusammengefügt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameter der Schweißprozesse so eingestellt werden, daß das Verhältnis der wärmeerzeugenden Energie (E_w) zur Stauchkraft (F) gleich dem Produkt einer prozeßspezifischen Konstante (A) mit der Verkürzung (d) ist, wobei dieses Produkt konstant ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt der Konstante (A) mit der Verkürzung (d) einen verfahrensspezifischen Gütefaktor (K) bildet, der für unterschiedliche Schweißprozesse innerhalb eines Schweißverfahrens konstant ist.

BEST AVAILABLE COPY

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für eine gewünschte Verkürzung (d) aus dem Gütefaktor (K) die Prozeßparameter für die wärmeerzeugende Energie (E_w) und die Stauchkraft (F) errechnet und eingestellt werden. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß für das Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen der Gütefaktor (H) auf das Verhältnis der aufgewendeten elektrischen Energie (E_e) zur Stauchkraft (F) bezogen wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß für das Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen der Gütefaktor (K) zwischen 0,85 und 1,5, vorzugsweise zwischen 0,85 und 1,0 liegt. 15
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Überwachung eines Schweißprozesses die Prozeßparameter und die Verkürzung (d) aufgenommen werden, und daß hieraus der Ist-Wert für (A) berechnet und mit einem Soll-Wert von (A) verglichen wird, der die optimalen Prozeßparameter mit der gewünschten Verkürzung (d) repräsentiert. 20
7. Verwendung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Gütefaktor (K) unterschiedliche Schweißprozesse innerhalb eines Schweißverfahrens nachträglich auf ihre Güte überprüft werden, wobei aus den eingestellten Prozeßparametern das Produkt der Konstanten (A) mit der Verkürzung (d) berechnet und mit dem Gütefaktor (K) verglichen wird. 25
8. Vorrichtung zur Durchführung eines Schweißverfahrens, bei dem die zu verbindenden Bauteile durch elektrische, mechanische oder andere Energie erwärmt und anschließend mit einer Stauchkraft (F) unter Eintritt einer Verkürzung (d) der Bauteile zusammengefügt werden, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerung (6) vorgesehen ist, die die Prozeßparameter darauf einstellt oder überprüft, daß das Verhältnis der wärmeerzeugenden Energie (E_w) zur Stauchkraft (F) gleich dem Produkt einer prozeßspezifischen Konstante (A) mit der Verkürzung (d) ist, wobei dieses Produkt konstant ist. 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (6) die Prozeßparameter bei einer gegebenen Verkürzung (d) aus dem Gütefaktor (K) errechnet. 35
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (6) die im Betrieb sich ergebenden Ist-Werte der Prozeßparameter und der Verkürzung aufnimmt, hieraus einen Ist-Wert für (A) berechnet und mit einem Soll-Wert von (A) vergleicht. 40
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (6) als speicherprogrammierbare Steuerung ausgebildet ist und eine Recheneinheit mit mindestens einem beschreib- und lesbaren Datenspeicher aufweist. 45

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig 1



BEST AVAILABLE COPY